BIOSYNTÉZA SACHARIDŮ

- patří mezi nejdůležitější procesy probíhající na Zemi

AUTOTROFNÍ ORGANISMY – vytváří sacharidy z jednoduchých anorganických látek CO_2 a H_2O – tento děj je = FOTOSYNTÉZA

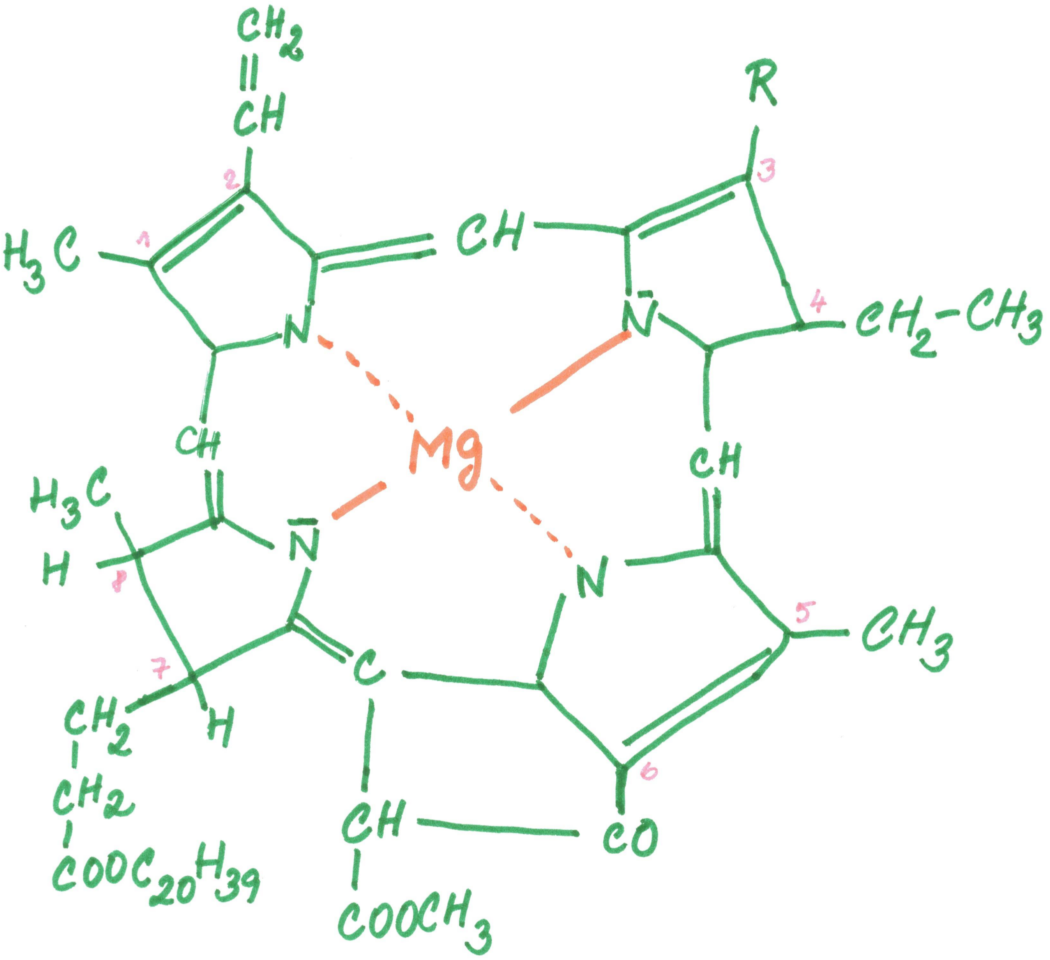
HETEROTROFNÍ ORGANISMY – využívají pro tvorbu sacharidů 3 až 4 uhlíkové organické sloučeniny (výjimečně 2 uhlíkové) vzniklé v průběhu katabolických reakcí.

nejvýznamnější jsou: PYRUVÁT, LAKTÁT, GLYCEROL a MEZIPRODUKTY KREBSOVA CYKLU

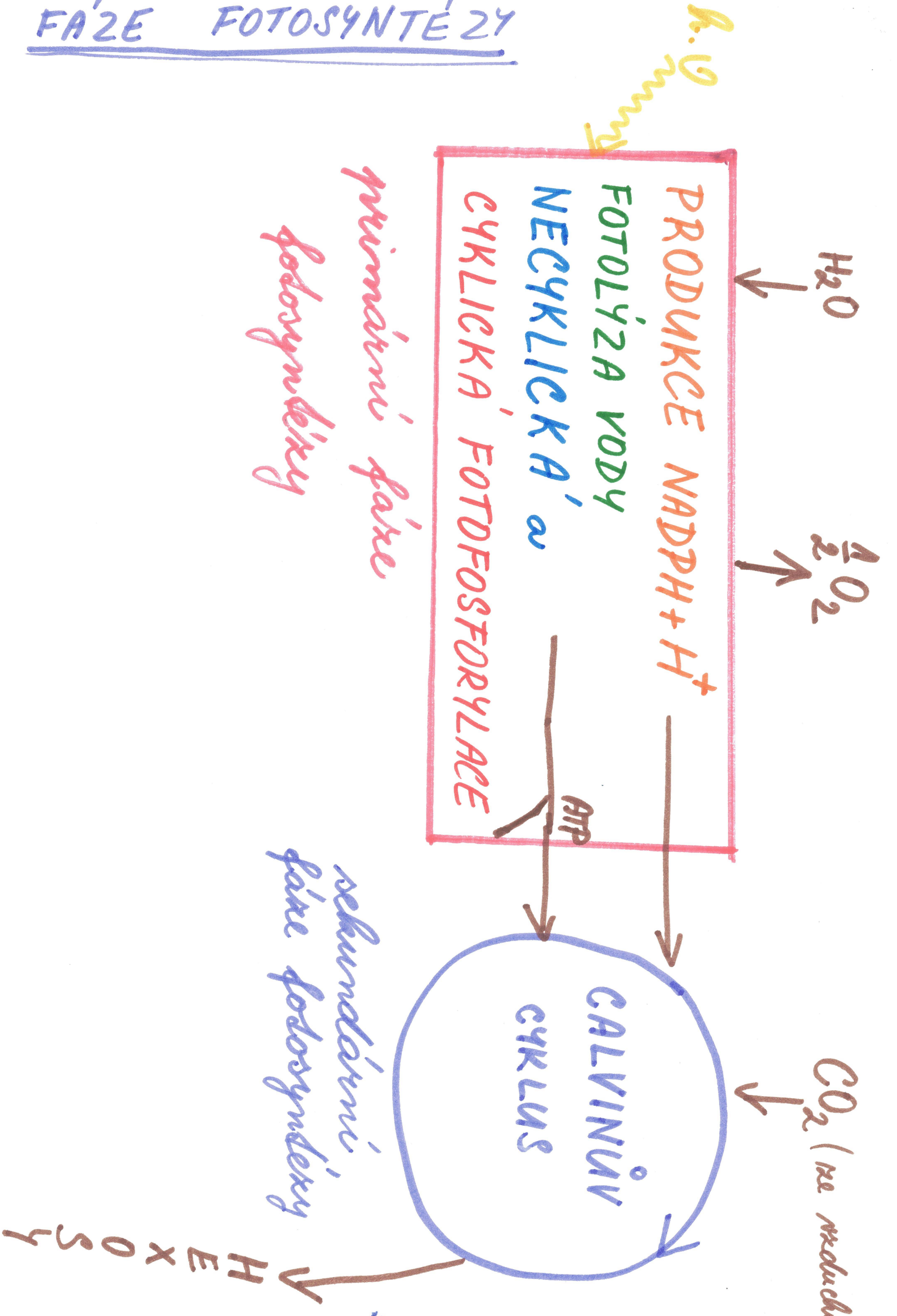
Tento děj se nazývá GLUKONEOGENESE a slouží k doplňování hladiny glukosy v organismu a předchází možné tvorbě oligosacharidů a polysacharidů.

CHLOROFYLY (a) a (b)

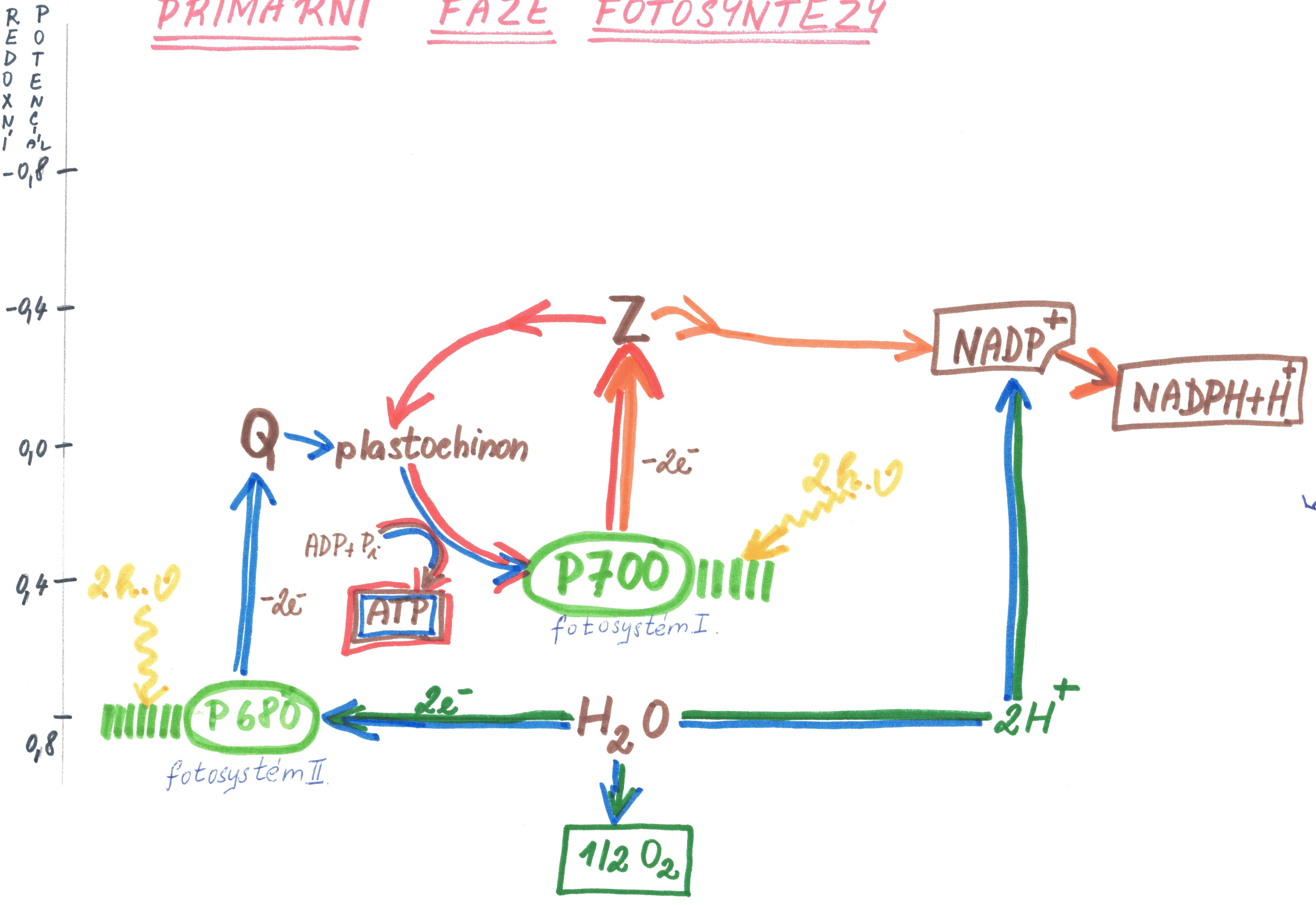
chlorofyl (a) : $R = CH_3$
chlorofyl (b) : $R = CHO$



PROPOJENÍ <u>PRIMÁRNÍ</u> a <u>SEKUNDÁRNÍ</u> FÁZE FOTOSYNTÉZY



PRIMÁRNÍ FÁZE FOTOSYNTÉZY



PRIMÁRNÍ (světelná) FÁZE FOTOSYNTÉZY

absorpce slunečního záření: všechny fotochemické i následné reakce fotosyntézy jsou podmíněny absorpcí slunečního záření chlorofylovými molekulami (fotoreceptory). Energie nashromážděná prostřednictvím těchto „sběračů" je přenesena na molekulu CHLOROFYLU ⓐ a tato specializovaná molekula umožňuje přeměnu energie fotonů slunečního záření na energii excitovaných elektronů (elektron molekuly chlorofylu přejde na energeticky vyšší hladinu), která se pak využije na syntézu ATP (zdroj chemické energie) a $NADPH + H^+$ (energií bohaté redukční činidlo)

PRODUKCE $NADPH + H^+$

Fotosystém I obsahuje převážně dlouhovlnější formy chlorofylu ⓐ s absorpcí do 700 nm. Pokud molekula reakčního centra označovaná P700 absorbuje světelné kvantum, přejde do excitovaného stavu a zároveň dojde k velkému snížení jejího oxidačněredukčního potenciálu (z +0,46 V na −0,44 V). V důsledku toho se z P700 uvolní elektron, který je přenesen na dosud neznámý akceptor Z. Odtud je elektron transportován řetězcem oxidačně-redukčních systémů (ferredoxin a flavoprotein) až na $NADP^+$ (konečný příjemce), který se tak redukuje za vzniku $NADPH + H^+$. K redukci $NADP^+$ jsou třeba 2 elektrony a

dva H^+ ($NADP^+/NADPH+H^+$), proto vycházíme z excitace dvou molekul P700 a z absorpce dvou světelných kvant.
Zdrojem H^+ je fotolýza vody.
Vyprodukovaný $NADPH+H^+$ je využit pro redukci oxidu uhličitého v sekundární fázi fotosyntézy.

NECYKLICKÁ FOTOFOSFORYLACE

Fotosystém II obsahuje krátkovlnnější formy chlorofylu ⓐ. V jeho reakčním centru je molekula chlorofylu ⓐ P680, která je rovněž schopna excitace a emise elektronu o vysoké energii (i v tomto případě vyjdeme z emise dvou elektronů).
Uvolněné elektrony nejprve redukují systém Q a odtud jsou řetězcem dalších oxidačně-redukčních systémů (např. plastochinon, cytochrom f, plastokyanin) transportovány k účinné molekule fotosystému I – P700. Ta tímto způsobem nahradí elektron, který sama uvolnila a vrátí se tak do původního stavu.
Energie elektronu uvolněného z P680 je v průběhu elektronového transportu využita k FOTOFOSFORYLACI, tj. k fotosyntetickému vzniku ATP. Necyklická fotofosforylace proto, že se elektron

nevrátil do místa odkud byl uvolněn.
Vyprodukované ATP je podobně jako NADPH + H^+ využito k redukci CO_2 v sekundární fázi fotosyntézy.

FOTOLÝZA VODY

Oxidovaná forma P680 ne zcela objasněným sledem reakcí oxiduje vodu za uvolnění kyslíku.

$$H_2O \rightarrow 2H^+ + 2e^- + 1/2\,O_2$$

Elektrony odebrané vodě regenerují P680 a protony (H^+) jsou použity při redukci $NADP^+$ prováděné fotosystémem I.

CYKLICKÁ FOTOFOSFORYLACE

Molekulou P700 uvolněný elektron se může z oxidačně-redukčního systému z vrátit do své mateřské molekuly přes plastochinon. V tomto případě nevzniká NADPH+H^+, ani se neuvolňuje kyslík, ale dochází k fotosyntetickému vzniku ATP.

SEKUNDÁRNÍ (TEMNOSTNÍ) FÁZE FOTOSYNTÉZY

- nevyžaduje světelnou energii
- v jejím průběhu dochází k biosyntéze sacharidů z CO_2, při které se využívá NADPH + H^+ (redukční činidlo) a ATP (zdroj energie), které jsou produkovány v primární fázi fotosyntézy.

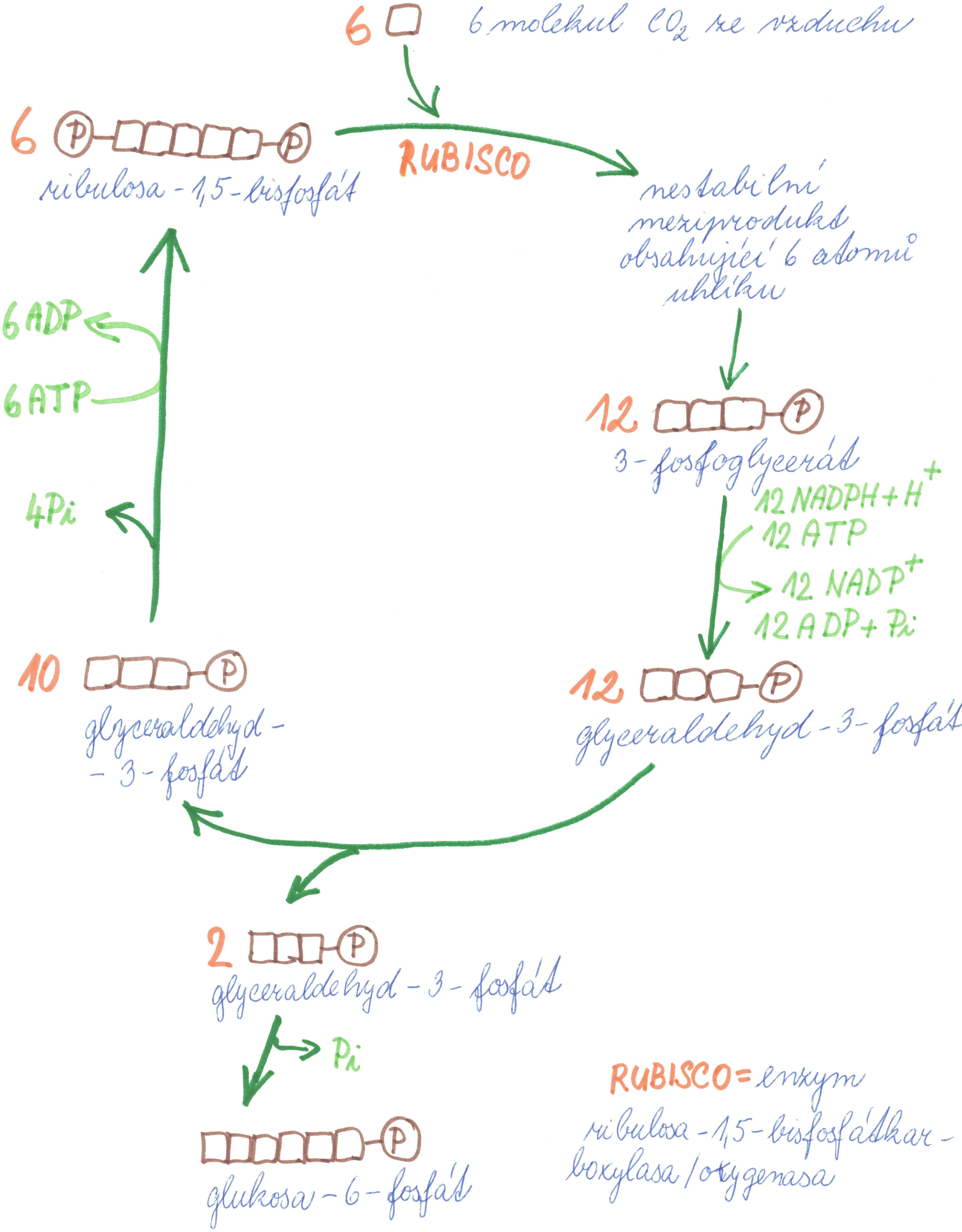
Biosyntéza sacharidů se odehrává v kapalné části chloroplastu (stroma) a v cytosolu je realizována několika metabolickými cestami, z nichž nejznámější je tzv. CALVINŮV CYKLUS

má 3 fáze:
1. fixace CO_2 v organické formě
2. redukce aktivovaného CO_2 za vzniku hexosy
3. regenerace akceptoru CO_2

Během jednoho cyklu vznikne z pentosy hexosa. Zdrojem chybějícího uhlíkového atomu je molekula asimilovatelného CO_2. Má-li z molekul CO_2 vzniknout glukosa, musí proběhnout cyklus šestkrát.

Calvinův cyklus používá k fixaci CO_2 většina rostlin a řas. Všechny označujeme souhrnným názvem C3-rostliny, protože prvním produktem asimilace je tříuhlíkatá sloučenina zvaná 3-fosfoglycerát.

CALVINŮV CYKLUS



RUBISCO = enzym ribulosa-1,5-bisfosfátkarboxylasa/oxygenasa

FOTORESPIRACE

sacharidy + O_2 ⇄ n CO_2 + n H_2O

- při nízké koncentraci CO_2 a vysoké koncentraci O_2 v prostředí může dokonce převládnout nad fotosyntézou
- O_2 soutěží s CO_2 jako substrát pro ribulosa-1,5-bis-fosfátkarboxylasu. (Rubisco)
- předpokládá se, že chrání fotosyntetický aparát před poškozením.

C4 rostliny

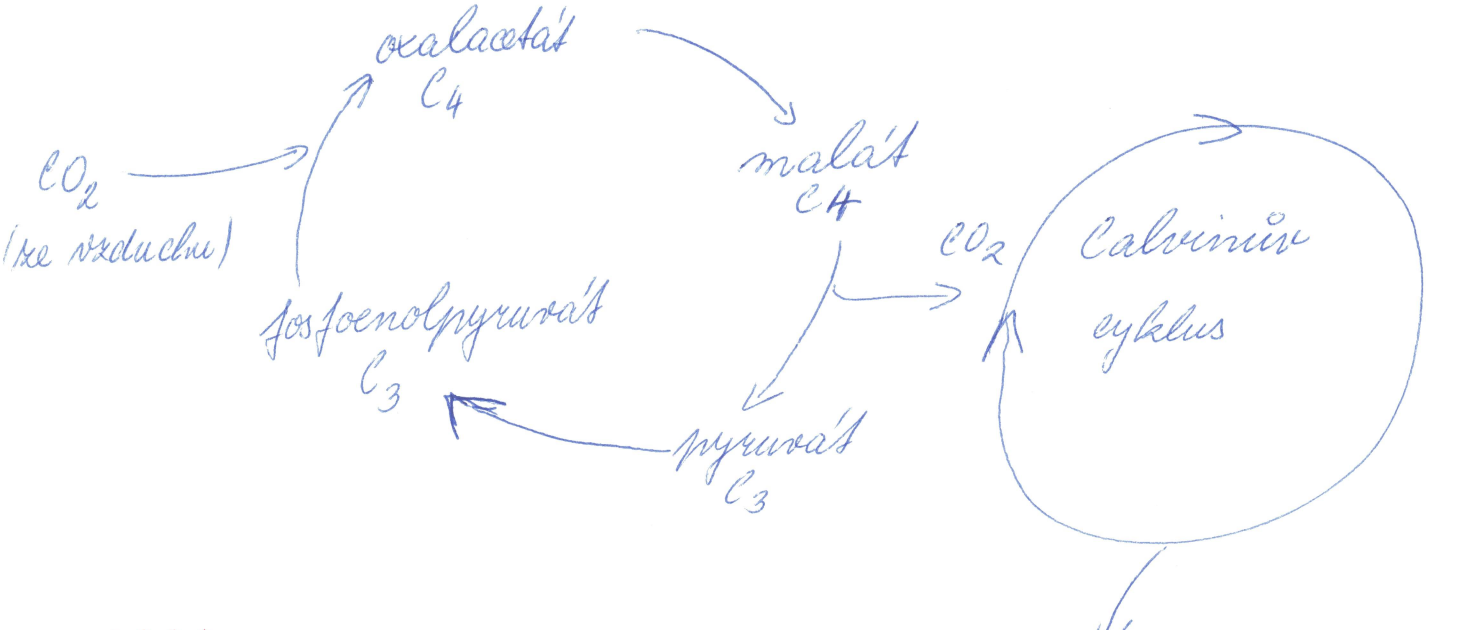
- např. kukuřice, cukrová třtina, plevele
- mají metabolický cyklus, který koncentruje CO_2 v jejich buňkách natolik, že téměř potlačí fotorespiraci
- primárním akceptorem CO_2 je fosfoenolpyruvát a meziproduktem čtyřuhlíkatý oxalacetát, který se dále redukuje na malát. Rozkladem malátu vzniká CO_2 a pyruvát. Tímto způsobem se v místě Calvinova cyklu může vytvořit vysoká koncentrace CO_2, což umožňuje velkou rychlost a účinnost fotosyntézy.

⇒ 500 druhů C_4 rostlin

- hlavní význam spočívá v tom, že zvyšuje účinnost fixace CO_2 v lokalitách s intenzivním zářením, vysokou teplotou a omezeným přístupem vody. (protože stačí menší přísun

CO_2 do listů, jejich průduchy mohou být uzavřenější a rostlina tak ztrácí méně vody.

Fixace CO_2 u C4 rostlin.



CAM - ROSTLINY

- rostliny z čeledi tučnolistých jsou vybaveny obměnou C4 cyklu, která jim umožňuje oddělit hromadění CO_2 od jeho zpracování v Calvinově cyklu
- CAM rostliny přijímají CO_2 v noci, kdy je okolní teplota poměrně nízká a uskladňují jej ve vakuolách v podobě malátu. Pokud by otevíraly své průduchy ve dne jako ostatní rostliny, ztrácely by z důvodu vysokých teplot neúnosně mnoho vody
- nahromaděný malát se v průběhu dne štěpí (dekarboxyluje) a uvolněný CO_2 vstupuje do Calvinova cyklu

≐ 300 druhů z 18 rodů